

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of :
Dea-Yun KIM et al. :
Serial No.: [NEW] : Mail Stop Patent Application
Filed: December 4, 2003 : Attorney Docket No. SEC.1082
For: METHOD OF AND APPARATUS FOR CONTROLLING THE CHEMICAL
MECHANICAL POLISHING TIME OF MULTIPLE LAYERS ON A SUBSTRATE

CLAIM OF PRIORITY

U.S. Patent and Trademark Office
2011 South Clark Place
Customer Window, Mail Stop Patent Application
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03
Arlington, VA 22202

Sir:

Applicant, in the above-identified application, hereby claims the priority date under
the International Convention of the following Korean application:

Appln. No. 2002-0077286 filed December 6, 2002

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

VOLENTINE FRANCOS, PLLC


Adam C. Volentine
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150
Reston, Virginia 20191
Tel. (703) 715-0870
Fax. (703) 715-0877

Date: December 4, 2003

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0077286
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 06일
Date of Application DEC 06, 2002

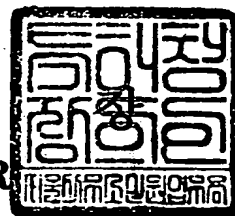
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 06 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】**【서류명】** 서지사항 보정서**【수신처】** 특허청장**【제출일자】** 2003.05.26**【제출인】****【명칭】** 삼성전자 주식회사**【출원인코드】** 1-1998-104271-3**【사건과의 관계】** 출원인**【대리인】****【성명】** 임창현**【대리인코드】** 9-1998-000386-5**【포괄위임등록번호】** 1999-007368-2**【대리인】****【성명】** 권혁수**【대리인코드】** 9-1999-000370-4**【포괄위임등록번호】** 1999-056971-6**【사건의 표시】****【출원번호】** 10-2002-0077286**【출원일자】** 2002.12.06**【심사청구일자】** 2002.12.06**【발명의 명칭】** 다층 막질의 화학 기계적 연마 공정에서 각 막질의 연마 시간을 제어하기 위한 시스템 및 그 방법**【제출원인】****【접수번호】** 1-1-2002-0405986-86**【접수일자】** 2002.12.06**【보정할 서류】** 특허출원서**【보정할 사항】****【보정대상항목】** 발명자**【보정방법】** 정정**【보정내용】****【발명자】****【성명의 국문표기】** 김대운**【성명의 영문표기】** KIM,DEA YUN**【주민등록번호】** 701030-1889919

【우편번호】	441-390
【주소】	경기도 수원시 권선구 권선동 1240번지 현대 아파트 204동 14 03호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황재원
【성명의 영문표기】	HWANG, JAE WON
【주민등록번호】	730530-2121017
【우편번호】	442-739
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을주공1 단지 127동 503 호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강은주
【성명의 영문표기】	KANG, EUN JU
【주민등록번호】	780714-2066920
【우편번호】	463-010
【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 101동 1902호
【국적】	KR
【취지】	특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조 의 규정에의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인 임창현 (인) 대리인 권혁수 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2002. 12. 06
【발명의 명칭】	다층 막질의 화학 기계적 연마 공정에서 각 막질의 연마 시간을 제어하기 위한 시스템 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING POLISHING TIME OF MULTI-LAYER IN CHEMICAL MECHANICAL POLISHING PROCESS
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	임창현
【대리인코드】	9-1998-000386-5
【포괄위임등록번호】	1999-007368-2
【대리인】	
【성명】	권혁수
【대리인코드】	9-1999-000370-4
【포괄위임등록번호】	1999-056971-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김대운
【성명의 영문표기】	KIM, DEA YUN
【주민등록번호】	701030-1889919
【우편번호】	441-390
【주소】	경기도 수원시 권선구 권선동 1240번지 현대아파트 204동 1403호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황재원
【성명의 영문표기】	HWANG, JAE WON
【주민등록번호】	730530-2121017

【우편번호】	137-130
【주소】	서울특별시 서초구 양재동 9-17
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강은주
【성명의 영문표기】	KANG,EUN JU
【주민등록번호】	780714-2066920
【우편번호】	463-010
【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동 101동 1902호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 임창현 (인) 대리인 권혁수 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	6 면 6,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	10 항 429,000 원
【합계】	464,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 반도체 제조 공정 설비에서 서로 다른 2 막질의 연마 공정에서 연마 시간을 제어하기 위한 연마 제어 시스템 및 그의 제어 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명의 연마 제어 시스템은 순차적으로 연마되는 서로 다른 2 막질의 연마 시간을 제어하기 위하여 상부 막질은 엔드포인트 검출 방식으로 진행하고, 하부 막질은 페루프 제어 방식에 의해서 처리된다. 연마 제어 시스템은 상부 막질의 연마 공정 중에 엔드포인트가 검출되면, 이를 판별하여 자동으로 하부 막질을 페루프 제어 방식으로 연마하기 위한 레시피를 설정하여 연마 공정을 수행한다. 따라서 본 발명에 의하면, 서로 다른 두 막질의 연마 공정에서 하나의 막질은 엔드포인트 검출 방법으로, 다른 하나는 페루프 제어 방식으로 진행함으로써, 두 방법을 상호 보완하여 엔드 포인트 검출 방법과 CLC 방법을 조합하여 연마 공정의 제어가 용이하고, 각각의 장점만을 살려 시너지 효과를 얻을 수 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

반도체 연마 공정, 엔드포인트 검출(EPD), 페루프 제어(CLC), 다층막질

【명세서】**【발명의 명칭】**

다층 막질의 화학 기계적 연마 공정에서 각 막질의 연마 시간을 제어하기 위한 시스템 및 그 방법{SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING POLISHING TIME OF MULTI-LAYER IN CHEMICAL MECHANICAL POLISHING PROCESS}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 옵티컬 엔드포인트 검출 방법을 이용한 트렌치 분리(STI) 구조의 화학 기계적 연마 공정에서의 검출 신호 및 막질들과의 연마 관계를 나타내는 도면;

도 2는 일반적인 페루프 제어 방법에 의한 화학 기계적 연마 공정의 진행 수순을 나타내는 흐름도;

도 3은 본 발명에 따른 화학 기계적 연마 공정에서의 다층막질의 연마 시간 조절을 위한 연마 제어 시스템의 구성을 도시한 블록도;

도 4은 도 3에 도시된 연마 제어 시스템의 각 막질별 연마 시간 조절을 위한 동작 수순을 나타내는 흐름도; 그리고

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 2 레이어의 연마 시간을 제어하기 위한 디스플레이 화면을 나타내는 도면이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호 설명 *

100 : 연마 제어 시스템 110 : 오퍼레이터 인터페이스

120 : CMP 장치 130 : EPD 시스템

140 : CLC 관리 장치 150 : 생산 DB

160 : 계측 장치

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <11> 본 발명은 반도체 제조 공정 중 화학 기계적 연마 공정을 제어하기 위한 반도체 설비 시스템에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는 화학 기계적 연마 공정에서의 다층 막질들의 연마 시간을 제어하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.
- <12> 반도체 제조 공정 중 화학 기계적 연마 공정에서 하나의 막질을 연마하는 방법으로 엔드포인트 검출(EndPoint Detecting : EPD) 방법과 폐루프 제어(Closed Loop Control : CLC) 방법 등이 있다. 엔드포인트 검출 방법에는 예를 들어, 광학 원리를 이용하는 옵티컬 방식, 서로 다른 막질의 마찰력 차이에 의한 모터 전류의 변화를 조사하는 모터 전류 제어 방식 및 비접촉식 전류 방식 등이 있다.
- <13> 이러한 연마 공정은 웨이퍼 상의 연마 대상 막질의 초기 두께로부터 타겟(target) 두께까지의 제거해야 할 연마량과, 연마 설비가 가지는 제거율(removal rate)에 의해서 연마 시간을 조절한다.
- <14> 예를 들어, 어플라이드 머티어리얼즈 사(Applied Materials, Inc. : AMAT)의 옵티컬 엔드포인트 검출 방법을 적용한 CMP 시스템은, 막질의 엔드포인트를 검출하기 위하여 광신호를 이용하는 검출 장치를 구비한다. 예컨대, 검출 장치는 레이저가 미러를 통해

웨이퍼로부터 반사되는 광신호를 받아들여서 이를 전기적 신호로 변환하고, 막질 간의 신호 변화를 모니터링하여 엔드포인트를 검출한다.

<15> 이러한 검출 장치는 서로 다른 반사율을 갖는 막질에서 각각 반사되는 빛의 반사도가 막질의 반사율에 비례하므로, 예컨대, 반사율이 큰 금속층의 CMP 공정에 적합하다.

<16> 그러나, 옵티컬 엔드포인트 검출 방법에 의한 다층 막질을 CMP 할 경우, 단일 막질에 비하여 단위 시간당 식각량 변수가 막질의 수만큼이나 존재하게 되어 공정 시간이 길어지게 된다. 또한 상술한 연마 방법들 중 어느 하나를 이용하여 다층 막질의 연마 시간을 제어할 경우, 그 처리 알고리즘의 구성이 복잡하고, 다층 막질의 연마 시간에 의한 제어 방법을 구현하기가 어렵다.

<17> 도 1을 참조하면, 옵티컬 엔드포인트 검출 방법을 적용하고 있는 AMAT 사의 Mirra CMP 설비를 이용하여 STI 구조(10)의 CMP 공정에서 엔드포인트 검출 신호(ISRM)와 막질들간에 연마 관계를 살펴보면, 연마 시간 제어가 일치하지 않게 되는 구간(ΔT)이 발생되어 제어가 용이하지 않다. 즉, 검출 신호에 의한 막질(예를 들어, STI 구조에서 SiN 막질 등)의 엔드포인트 검출 위치(T)가 실제 막질의 엔드포인트 검출 위치와는 ΔT 만큼의 오차가 발생된다.

<18> 또한 이 방법은 웨이퍼를 로트 단위 또는 날장 단위로 샘플을 확인한 후, 후속 공정을 진행해야 하는 문제점이 있다. 이는 옵티컬 엔드포인트 검출 방법뿐만 아니라 모터 전류(Motor current) 제어 방법의 경우도 마찬가지이다.

<19> 모터 전류 제어 방법은 단일 막질 연마 공정에서는 사용이 불가하며, 예컨대 금속층 CMP 공정에서 주로 사용된다. 이 방법은 옵티컬 엔드포인트 검출 방법과

유사하게 2 레이더 막질에서 막질이 변경된 이후에는 시간 조절에 의한 연마만 가능하여 설비의 제거율 변화 등에 적합하도록 대응하지 못하고, 두번째 막질의 두께 산포에 대응이 불가능하다.

<20> 그리고 페루프 제어 방법은 아주 널리 알려진 시행 착오 방법의 일종으로, 직전 진행된 이력을 근거로 후속 공정을 제어하는 방식이다. 이 방법도 반도체 제조 공정에서 엔드포인트 검출 방법에 활용되고 있으며, 활용 방식에 따라 낱장 단위 또는 로드 단위의 제어 방법으로 구분된다. 이 방법은 컴퓨터를 이용함으로써 가능해진 방법으로 그 원리는 경험치를 이용하여 제어 파라미터들을 계산하여 적용하는 방식이다.

<21> 일반적으로 페루프 제어 방법에 의한 연마 공정은 도 2에 도시된 바와 같이; CLC 관리 장치(CLC manager)(미도시됨)는 단계 S20에서 해당 로드 단위의 웨이퍼들을 이용하여 연마 전 두께 데이터(pre TOX)를 측정하여 데이터베이스(미도시됨)에 저장한다. 단계 S30에서 CLC 관리 장치는 해당 로드의 CMP 공정에서 트랙인(track-in)이 될 때, 연마 두께의 타겟(target) 값에 최적이 되는 연마 시간(polishing time)을 계산한다. 이어서 단계 S40에서 계산된 연마 시간에 대응하여 CMP 공정 후, 단계 S50에서 연마 후 두께 데이터(post TOX)를 측정하고, 이어서 전 두께 데이터(pre TOX)와 후 두께 데이터(post TOX)를 이용하여 연마율(polishing rate)을 계산한다. 다음 로드 단위 진행시, 전 두께 데이터와 타겟 값의 차이값에다 전 단계에서 계산한 연마율을 나누어서 연마 시간(polishing time)을 조절한다.

<22> 이어서 단계 S60에서 측정된 두께 데이터가 규격(SPEC)에 벗어난 경우에는 SPC(Statistical Process Control) 설비에서 연마 설비 및 로드가 홀딩되어 작업이 중지

된다. 이 경우, 반드시 작업자가 직접 조치를 취해야만 한다. 또한 패드 교체 또는 이상 처리 후에는 이전 연마 시간을 리셋하고 다시 계산한다.

<23> 그러나 이러한 CLC 방법도 단일 막질의 연마 공정에서는 적용이 용이하나, STI CMP 등과 같이 연마 대상이 2 레이어 막질인 경우에는 막질별로 연마되는 속도 차이로 인하여 연마 시간 제어가 용이하지 않으므로 적용이 곤란하다.

<24> 그리고 2 레이어 막질의 연마 공정의 경우에 기존에는 엔드포인트 검출 후 작업자의 경험에 따라 연마 시간을 설정하고, 이를 통해 CLC 방식의 CMP 공정을 처리함으로써 공정이 복잡해지고, 공정 소요 시간이 많이 걸리게 되는 문제점이 발생된다.

<25> 상술한 바와 같이, 종래 기술에 의한 2 레이어 막질을 연마하는 경우, 옵티컬 엔드포인트 검출 방식만을 사용할 경우, 막질 변경 후 연마 시간 조절이 용이하지 않아 매번 샘플 확인 후 후속 공정을 진행해야 하는 불편함이 있다. 또한 페루프 제어 방식을 단독으로 사용할 경우에도 STI CMP 같이 막질이 2 개일 경우, 각 막질의 연마 제거율이 달라 공정 적용에 불가능하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<26> 본 발명의 목적은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 다층막질의 연마 공정에서 각각의 막질을 서로 다른 연마 방법을 적용하여 연마 시간을 제어하기 위한 연마 제어 시스템을 제공하는데 있다.

<27> 본 발명의 다른 목적은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 다층 막질의 연마 제어 시간을 조절하기 위한 연마 제어 시스템의 제어 방법을 구현하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<28> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 특징에 의하면, 반도체 웨이퍼의 연마 공정에서 순차적으로 연마되는 서로 다른 막질들의 연마 시간을 제어하기 위한 제어 시스템은, 상기 웨이퍼를 화학 기계적 연마 공정으로 처리하는 연마 장치와, 상기 막질들의 연마 전후 두께 데이터를 측정하기 위한 계측 장치와, 상기 계측 장치로부터 측정된 상기 연마 전후 두께 데이터를 저장하는 데이터베이스와, 상기 막질들을 엔드포인트 검출 방법에 의해 연마되도록 상기 연마 장치를 제어하는 엔드포인트 검출 시스템과, 상기 계측 장치로부터 상기 두께 데이터를 받아서 연마 시간을 계산하고, 상기 연마 시간에 의해 상기 막질들을 페루프 제어 방법으로 연마되도록 하는 페루프 제어 관리 장치 및 작업자로 하여금 상기 연마 공정의 레시피들의 설정 데이터를 입력하거나, 연마 공정의 진행 상태를 모니터링하기 위한 오퍼레이터 장치를 포함하며, 상기 오퍼레이터 장치는 상기 막질들 중 상부 막질이 상기 엔드포인트 검출 시스템에 의해 연마 완료되면, 상기 페루프 제어 관리 장치로부터 상기 연마 시간을 받아서 상기 연마 장치로 전송하여, 상기 연마 시간에 의해서 상기 하부 막질을 연마하도록 제어한다. 상기 제어 시스템은 상기 웨이퍼를 로트 단위 또는 낱장 단위로 처리하며, 상기 엔드포인트 검출 시스템은 옵티컬 엔드포인트 검출 방식 또는 모터 전류 제어 방식 중 어느 하나로 처리된다.

<29> 또한, 상기 페루프 제어 관리 장치는 상기 오퍼레이터 장치로부터 입력된 레시피에 응답해서 상기 상부 막질의 엔드포인트가 검출되면 자동으로 상기 하부 막질을 연마하도록 연마 시간을 계산하여 상기 오퍼레이터 인터페이스로 제공하는 것이 바람직하다. 구체적으로, 상기 페루프 제어 관리 장치는 상기 계측 장치로부터 상기 두께 데이터를 받아서 상기 데이터베이스에 저장된 전 단계들에 의한 경험치 데이터를 이용하여 상기

레이션에 대응하는 연마 시간을 계산하고, 상기 연마 시간에 의해 상기 하부 막질을 연마하도록 상기 오퍼레이터 인터페이스로 전송한다. 이 때, 상기 경험치 데이터는 전 단계들에 대응하여 서로 다른 가중치를 적용하여 결정하는 것이 바람직하다.

<30> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 특징에 의하면, 반도체 웨이퍼를 연마하기 위한 화학 기계적 연마 장치와, 상기 연마 장치를 제어하는 엔드포인트 검출 시스템 및 페루프 제어 관리 장치를 구비하는 연마 제어 시스템에서, 상기 연마 장치에 의해 순차적으로 연마되는 서로 다른 두 막질들의 연마 시간을 제어하기 위한 상기 연마 제어 시스템의 연마 제어 방법은, 상기 엔드포인트 검출 시스템에 의해 상기 막질들 중 상부 막질을 연마하는 제 1 연마 단계와, 상기 상부 막질이 연마 완료되면, 이를 판별하여 상기 막질들 중 하부 막질의 두께 데이터를 측정하는 단계와, 상기 페루프 제어 관리 장치로부터 상기 두께 데이터에 대응하는 연마 시간을 계산하는 단계 및 상기 연마 시간에 응답해서 상기 하부 막질을 연마하는 제 2 연마 단계를 포함한다.

<31> 바람직하게는 상기 제 1 연마 단계는 옵티컬 또는 모터 전류 제어 방식의 엔드포인트 검출 방법에 의해서 처리되며, 상기 제 2 연마 단계는 페루프 제어 방법에 의해 처리된다. 또한 상기 연마 제어 방법은 웨이퍼의 날장 단위 또는 로트 단위로 처리된다.

<32> 따라서 다층막질을 연마하기 위한 본 발명의 연마 제어 시스템은 다양한 연마 방법들을 조합하여 각 막질별로 연마 시간이 조절되도록 제어한다. 예컨대, STI CMP 공정의 경우, Sin 막질은 CMP 스톱퍼로 사용되므로 산화막(예를 들어, USG 또는 HDP 등)의 연마 시간 조절에는 옵티컬 엔드포인트 검출 방식을 사용하고, 후속 잔류 Sin 막질의 두께를 맞추기 위해서 페루프 제어 방식을 적용한다.

<33> 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면에 의거하여 상세히 설명한다.

- <34> 도 3은 본 발명에 따른 다층 연마 공정에서의 연마 시간 제어를 위한 반도체 제조 설비인 연마 제어 시스템의 개략적인 구성을 도시한 단면도이다.
- <35> 도면을 참조하면, 상기 연마 제어 시스템(100)은 오퍼레이터 인터페이스(operator interface)(110)와, CMP 장치(120)와, EPD(EndPoint Detecting) 시스템(130)과, CLC(Closed Loop Control) 관리 장치(CLC manager)(140)와, 생산 데이터베이스(DB)(150) 및 계측 장치(160)를 포함한다.
- <36> 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)는 작업자가 공정 레시피에 따른 설정 데이터를 입력하거나, 연마 공정 진행 및 결과를 모니터링하기 위하여 전형적인 컴퓨터 시스템의 구성 요소들(예를 들어, 중앙 처리 장치, 입력 장치, 디스플레이 장치 및 저장 장치 등)을 구비한다. 그리고 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)는 상기 CMP 장치(120)가 엔드포인트 검출 방법에 의해 상부 막질이 연마 완료되면, 상기 CLC 관리 장치(140)로부터 제어 정보를 받아서 상기 CMP 장치(120)가 페루프 제어 방법으로 연마하도록 레시피의 설정값 즉, 연마 시간을 자동 입력한다.
- <37> 상기 CMP 장치(120)는 상기 EPD 시스템(130)과 상기 CLC 관리 장치(140)로부터 해당 연마 방법에 대응하는 제어 정보 즉, 레시피에 대응하여 설정된 연마 시간을 받아서 서로 다른 막질들의 연마 공정을 각각 처리한다. 상기 CMP 장치(120)는 웨이퍼를 로트 단위 또는 날장 단위로 처리한다.
- <38> 상기 EPD 시스템(130)은 엔드포인트 검출 방법에 의하여 상기 CMP 장치(120)의 연마 시간을 제어한다.

- <39> 상기 CLC 관리 장치(140)는 전형적인 컴퓨터 시스템으로 구비되며, 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)와 상호 데이터 통신을 수행하여 상기 CMP 장치(120)를 펌웨어 제어 방법에 의하여 연마 공정을 진행하도록 제어한다. 즉, 상기 CLC 관리 장치(140)는 상기 계측 장치(160)로부터 측정된 데이터를 받아서 연마 시간을 계산하고, 계산된 연마 시간을 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)로 전송한다. 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)는 상기 연마 시간을 받아서 상기 CMP 장치(120)로 전송하여 해당 레시피의 설정값에 자동 입력되도록 한다.
- <40> 상기 생산 DB(150)는 웨이퍼의 제조 공정에 따른 막질들의 각 공정 레시피에 대응하여 데이터들을 저장한다. 상기 생산 DB(150)는 공정에 따른 제반 데이터들을 저장하며, 저장된 데이터들을 상기 CLC 관리 장치(140)로 제공한다.
- <41> 그리고 상기 계측 장치(160)는 각각의 막질들의 두께를 측정하기 위한 장치로, 연마 전 두께 및 후 두께를 측정하고, 측정된 데이터들을 상기 생산 DB(150)에 저장하고, 상기 CLC 관리 장치(140)로 측정된 데이터들을 제공한다.
- <42> 따라서 상기 연마 제어 시스템(100)은 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)로부터 설정값들을 받아서, 상기 계측 장치(160)로부터 측정된 막질들의 두께 데이터를 판별하여 막질들 중 상부 막질을 엔드포인트 방식에 의해 연마하도록 하고, 상부 막질이 연마 완료되면 자동으로 하부 막질을 펌웨어 제어 방식으로 연마하도록 제어한다.
- <43> 구체적으로 도 4는 본 발명의 연마 제어 시스템의 동작 수순이 도시된 흐름도이다. 이 수순은 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)와 상기 CLC 관리 장치(140)에 저장되는 제어 프로그램으로서, 이 프로그램의 제어 수순에 따라 연마 공정이 진행된다. 상기 수순

은 STI CMP 공정을 예를 들어 설명한 것으로, 도면에 표시된 스텝 1(S1)은 엔드포인트 검출 방법으로, 스텝 2(S2)는 페루프 제어 방법에 의해 처리되는 것을 나타낸 것이다.

<44> 도면을 참조하면, 단계 S200에서 상기 연마 제어 시스템(100)은 계측 장치(160)를 이용하여 연마 전 두께 데이터(Pre Tsin)를 측정한다. 단계 S210에서 측정된 데이터에 의하여 연마 공정을 진행한다. 단계 S220에서 연마후 두께 데이터(Post Tsin)를 측정한다. 이어서 단계 S230에서 엔드포인트가 검출되었는지를 판별한다. 즉, 상부 막질이 오픈 되었는지를 판별하고, 판별 결과 오픈 되었으면 이 수순은 단계 S240으로 진행하여 CLC 방법으로 하부 막질의 연마 공정을 처리한다.

<45> 즉, 단계 S240에서 하부 막질의 전 두께 데이터를 측정하고 단계 S250에서 측정된 전 두께 데이터에 대응하는 연마 시간을 계산하고, 이를 상기 오퍼레이터 인터페이스(110)로 제공하여 자동으로 CLC 레시피의 설정값에 해당 연마 시간을 자동으로 입력한다. 이어서 단계 S260에서는 입력된 연마 시간에 의하여 CLC 방법으로 연마 공정을 처리한다.

<46> 따라서 본 발명은 STI 구조의 연마 공정에서 질화막(SiN)이 오픈 되는 부분까지는 EPD 시스템(130)에 의해서 연마 시간을 제어하고, 후속 질화막(SiN) 부분의 연마 시간 제어는 CLC 관리 장치(140)가 오퍼레이터 인터페이스(110)와 연계해서 제어한다.

<47> 즉, 본 발명에 의한 웨이퍼 로트 단위의 연마 공정은 엔드포인트 검출 결과를 받아서 시간 제어를 위한 측정 데이터를 CLC 관리 장치(140)로 제공하면, CLC 관리 장치(140)는 단일 시간 제어 방법에서 부족한 부분을 보강하여 EPD 시스템(130)과 연계해서 각각의 막질들의 연마 시간을 제어한다.

- <48> 그러므로 2 레이어 막질의 CMP 공정 예컨대, STI CMP에서 SiN 오픈시 까지는 엔드포인트 시스템(130)을 사용하고, SiN을 연마하는 구간 즉, 시간 제어 CMP에서는 CLC 관리 장치(140)를 사용하여 두 시스템이 상호 보완적으로 동작하여 STI CMP 공정을 위한 시간 제어의 최적화를 실현한다.
- <49> 그 결과, 산포 개선 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 샘플에 의한 시간 제어 조건을 제공하는 공정을 제거함으로써, 공정의 단순화를 얻을 수 있다.
- <50> 이는 엔드포인트 검출 시스템의 SiN 오픈 시점을 정확히 검출하는 장점과, CLC 시스템의 초기 특성치 단순화를 보완하여 CMP 전 하부막질인 SiN의 변화량을 충분히 보완할 수 있다.
- <51> 실제 적용 결과, 오퍼레이터 인터페이스(110)의 디스플레이 화면에 나타내는 테이블이 표 1에 도시되어 있다. 이는 웨이퍼의 로트 단위뿐만 아니라 날장 단위에 대해서 동일한 방법으로 시간 제어가 가능하다.
- <52> 상기 테이블은 로트 단위의 웨이퍼를 본 발명에 의해 적용한 결과를 나타내는 것으로, 테이블에서 첫 번째, 두 번째 로트(LOTID)는 샘플 데이터를 나타내며, 전 단계별로 계산된 제거율 데이터와 특정 가중치를 적용하여 최적화된 제거율(R/R)을 계산한다. 그 결과, 엔드포인트 검출 위치에 대응하여 최적의 연마 시간을 얻을 수 있다.

<53>

【표 1】

LOTID	PRE TOX	POST TOX	연마시간	연마시간	SPEC	R/R	LOGIC
1	1501	1078	0	39	1070	10.85	-
2	1523	1069	42	42	1070	10.82	RR=10.85
3	1469	1083	37	37	1070	10.44	RR=10.85
4	1487	1079	38	38	1070	10.75	RR=10.85
5	1482	1068	38	38	1070	10.89	RR=0.7*10.82+0.3*10.85
6	1492	1104	40	40	1070	9.71	RR=0.5*10.44 + 0.3*10.82 + 0.2*10.85
7	1513	1097	41	41	1070	10.15	RR=0.5*10.75 + 0.3*10.44 + 0.2*10.82
8	1493	1095	39	39	1070	10.19	RR=0.5*10.89 + 0.3*10.75 + 0.2*10.44

<54> 특히, CMP 시스템(100)은 상술한 바와 같이, 연마 제거율을 경험치에 의해 각 데이터 별로 가중치를 두어 설정한다. 예를 들어, 전 단계의 경험치들 중 가장 최근의 데이터를 50 %, 그 다음 데이터를 순차적으로 각각 30%, 20 %의 가중치를 주어서 계산한다.

<55> 구체적으로, STI CMP 공정에서 첫 번째 막질을 엔드포인트 검출 방식으로 연마한다. 그리고 엔드포인트가 검출되면, 자동으로 CLC 방법의 레시피 처리 공정으로 진행하여 두 번째 막질을 연마한다. 예를 들어, AMAT 사의 Mirra CMP 설비에서 다층 구조의 STI CMP 공정은 로트 단위로 제어하여 질화막이 오픈될 때까지는 엔드포인트 검출 방법으로 산화막을 연마하고, 오픈 이후에는 로트 단위의 CLC 방법을 적용하여 연마한다.

<56> 이 때, CLC 방법은 연마 시간을 제어하여 처리되는데, 제거율은 경험치를 이용하여 설정된다. 예를 들어 전 단계의 데이터들을 이용하여 각 데이터별로 가중치를 줘서 계산한다.

- <57> 로트 단위의 웨이퍼를 연마하는 경우, 먼저 제 1 로트를 구성하는 웨이퍼들을 일정 시간 동안 CMP 하여 연마된 막질의 두께를 연마한 시간으로 나누어 단위 시간당 연마된 량 즉, 해당 막질의 제거율을 계산한다. 여기서 계산된 제거율은 제 1 경험치로 한다.
- <58> 이어서 다음 로트 단위의 웨이퍼를 연마하여 전 단계의 연마 두께와 타겟 연마 두께의 차를 상기 제 1 경험치로 나누어 제 2 경험치를 결정한다. 그리고 그 다음의 로트 단위의 웨이퍼를 동일한 방법으로 계산하여 순차적으로 제 N 제거율을 계산한다.
- <59> 각 전 단계로부터 계산된 제거율들을 이용하여 최적화된 제거율을 구할 수 있으며, 이는 단계별로 서로 다른 가중치(weighting factor)를 두어 계산한다. 최적화된 제거율은 아래의 수학적 식 1과 같다.
- <60> **【수학적 식 1】** $RR = RR(n) * f1 + RR(n-1) * f2 + RR(n-2) * f3$
- <61> 상기 수학적 식 1에서 $RR(n)$, $RR(n-1)$ 및 $RR(n-2)$ 는 각각 n, n-1, n-2 번째 로트에서 얻어진 제거율을 의미하고, f1, f2 및 f3은 각각 n, n-1, n-2 번째 로트에 대한 가중치를 의미한다. 예를 들어, 최적화된 제거율(RR)은 예컨대, N-2 번째, N-1 번째 및 N 번째 제거율에 대하여 각각 20 %, 30 % 그리고 50 %의 가중치를 주어 결정한다.
- <62> 이는 종래의 CMP 시스템에서 STI CMP 공정의 레이어 막질 중 산화막 예를 들어, HT-USG(high temperature undoped silicate glass) 막은 연마 공정을 진행해야 하는 STI CMP 공정에서 적용되는 옵티컬 엔드포인트 방식을 주로 사용하여 두 번째 막질 SiN이 드러나는 시점은 정확히 검출되나 이 두 번째 막질을 정확하게 남겨두도록 엔드포인트를 설정하는데 어려움이 많고, 또한 시간 제어에 의한 연마와 동일하므로 설비의 제거율 변화 등을 대응하지 못하고 있어 두 번째 막질의 두께 산포에 대응하기가 불가능하다. 더

구나 디자인 율이 줄어들면서 STI CMP 공정에서 좀 더 정확한 유효한 SiN 두께를 요구되고 있는 실정이다. 그 결과, 본 발명에서는, 엔드포인트 검출 방법에 의한 장점과 CLC 방법의 장점을 상호 보완하여 서로 다른 막질들의 연마 시간을 제어한다.

<63> 계속해서 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 2 레이어의 연마 시간을 제어하기 위한 공정 스텝에 따른 레시피 설정을 입력하기 위한 디스플레이 화면을 나타내는 도면이다. 이 화면은 상기 오퍼레이터 인터페이스에 구비되는 디스플레이 장치에 출력된다. 여기서 본 발명에 의한 연마 공정은 설비 레시피를 준비하는 제 1 단계가 진행되고, 이어서 엔드포인트 검출 방법을 적용하는 제 2 단계 그리고 페루프 제어 방법의 제 3 단계를 순차적으로 진행한다.

<64> 도면을 참조하면, 상기 화면(300)에는 엔드포인트 검출 방법에 의한 상부 막질의 CMP 공정 레시피(310)와, 페루프 제어 방법에 의한 하부 막질의 CMP 공정 레시피(320)를 설정하도록 공정 스텝을 나타내고 있다.

<65> 본 발명의 CMP 공정 진행은 우선 준비(ramp-up) 단계가 진행되고, 상기 상부 막질의 레시피가 엔드포인트 검출 방법에 의하여 진행된다. 이어서 상기 상부 막질의 레시피에 의해서 상부 막질이 연마 완료되면, 이를 판별하여 상기 하부 막질의 레시피에 연마 시간(322)이 자동으로 입력되어 페루프 제어 방법에 의한 연마 공정이 진행된다. 이때, 상부 막질은 엔드포인트 검출(312)에 의하여, 그리고 하부 막질은 연마 시간(322)에 의해 제어된다.

<66> 따라서 본 발명에 의하면, 다중 막질의 반도체 웨이퍼의 연마 공정에서 옵티컬 또는 모터 전류 방식의 엔드포인트 검출 기술과 계측 설비와 연동하여 페루프 제어하는 기술을 동시에 적용하여 각 레이어 별로 연마 시간을 제어한다.

<67> 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예를 통하여 STI CMP 공정에서의 2 레이어 막질을 연마하는 제어 방법을 서술하였지만, 본 발명은 반도체 제조 공정 중 STI CMP 공정뿐만 아니라, 폴리싱 막질이 변경되는 모든 2 레이어 CMP 공정에서 적용 가능하다. 예를 들어, W-CMP 공정 또는 패드 분리 CMP 공정 등과 같이 다층막질의 연마 공정에 적용된다. 즉, 금속(W) CMP 공정에서 상부 막질은 텅스텐, 하부 막질은 옥사이드 막으로써, 텅스텐은 모터 전류 제어 방식으로 옥사이드 막질 오픈시 까지 제어하고, 후속 공정으로 CLC 방식을 사용하여 연마 시간을 제어한다. 또한 패드 분리 CMP 공정에서는 상부 막질은 폴리, 하부 막질은 게이트 질화막 SiN 으로써, 옵티컬 엔드포인트 방식과 CLC 방식을 각각 적용하여 연마 시간을 제어한다.

【발명의 효과】

<68> 상술한 바와 같이, 본 발명은 서로 다른 두 막질의 연마 공정에서 하나의 막질은 엔드포인트 검출 방식으로, 다른 하나는 페루프 제어 방식으로 진행함으로써, 두 방식을 상호 보완하여 연마 공정 시간을 최적화할 수 있다.

<69> 또한, 연마 막질의 두께 산포를 개선하는 효과를 얻을 수 있으며, 기존의 연마 공정에서 샘플 단계를 제거하므로서 반도체 제조 공정 중 연마 막질이 변경되는 모든 연마 공정을 단순화시킬 수 있다.

<70> 기존의 다층 막질의 연마 공정에서 예컨대, STI CMP 공정에서와 같이 연마 대상 막질이 2 개일 경우, 옵티컬 엔드포인트 검출 방법만을 사용할 경우, 막질 변경 후 연마 시간 조절이 용이하지 않아 매번 샘플 확인 후 진행되어야 한다. 또한 페루프 제어 방식을 단독으로 사용할 경우도 각 막질마다 제거율이 달라 사용이 불가하나, 본 발명에

의하면 2 레이어 막질의 경우 CMP 종점 검출은 엔드포인트 검출 방식과 CLC 방식을 조합하여 각각의 장점만을 살려 시너지 효과를 내게 된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

반도체 웨이퍼의 연마 공정에서 순차적으로 연마되는 서로 다른 막질들의 연마 시간을 제어하기 위한 시스템에 있어서:

상기 웨이퍼를 화학 기계적 연마 공정으로 처리하는 연마 장치와;

상기 막질들의 연마 전후 두께 데이터를 측정하기 위한 계측 장치와;

상기 계측 장치로부터 측정된 상기 연마 전후 두께 데이터를 저장하는 데이터베이스와;

상기 막질들을 엔드포인트 검출 방법에 의해 연마되도록 상기 연마 장치를 제어하는 엔드포인트 검출 시스템과;

상기 계측 장치로부터 상기 두께 데이터를 받아서 연마 시간을 계산하고, 상기 연마 시간에 의해 상기 막질들을 페루프 제어 방법으로 연마되도록 하는 페루프 제어 관리 장치 및;

작업자로 하여금 상기 연마 공정의 레시피들의 설정 데이터를 입력하거나, 연마 공정의 진행 상태를 모니터링하기 위한 오퍼레이터 장치를 포함하되;

상기 오퍼레이터 장치는 상기 막질들 중 상부 막질이 상기 엔드포인트 검출 시스템에 의해 연마 완료되면, 상기 페루프 제어 관리 장치로부터 상기 연마 시간을 받아서 상기 연마 장치로 전송하여, 상기 연마 시간에 의해서 상기 하부 막질을 연마하도록 하는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 상기 웨이퍼를 로트 단위 또는 날장 단위로 처리하는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 엔드포인트 검출 시스템은 옵티컬 엔드포인트 검출 방식 또는 모터 전류 제어 방식 중 어느 하나로 처리되는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 페루프 제어 관리 장치는;

상기 오퍼레이터 장치로부터 입력된 레시피에 응답해서 상기 상부 막질의 엔드포인트가 검출되면 자동으로 상기 하부 막질을 연마하도록 연마 시간을 계산하여 상기 오퍼레이터 인터페이스로 제공하는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 5】

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 페루프 제어 관리 장치는 상기 계측 장치로부터 상기 두께 데이터를 받아서 상기 데이터베이스에 저장된 전 단계들에 의한 경험치 데이터를 이용하여 상기 레시피에 대응하는 연마 시간을 계산하고, 상기 연마 시간에 의해 상기 하부 막질을 연마하도록 상기 오퍼레이터 인터페이스로 전송하는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 경험치 데이터는 전 단계들에 대응하여 서로 다른 가중치를 적용하여 결정하는 것을 특징으로 하는 제어 시스템.

【청구항 7】

반도체 웨이퍼를 연마하기 위한 화학 기계적 연마 장치와, 상기 연마 장치를 제어하는 엔드포인트 검출 시스템 및 페루프 제어 관리 장치를 구비하는 연마 제어 시스템에서, 상기 연마 장치에 의해 순차적으로 연마되는 서로 다른 두 막질들의 연마 시간을 제어하기 위한 상기 연마 제어 시스템의 연마 제어 방법에 있어서:

상기 엔드포인트 검출 시스템에 의해 상기 막질들 중 상부 막질을 연마하는 제 1 연마 단계와;

상기 상부 막질이 연마 완료되면, 이를 판별하여 상기 막질들 중 하부 막질의 두께 데이터를 측정하는 단계와;

상기 페루프 제어 관리 장치로부터 상기 두께 데이터에 대응하는 연마 시간을 계산하는 단계 및;

상기 연마 시간에 응답해서 상기 하부 막질을 연마하는 제 2 연마 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 제어 방법.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 연마 단계는 옵티컬 또는 모터 전류 제어 방식의 엔드포인트 검출 방법에 의해서 처리되는 것을 특징으로 하는 연마 제어 방법.

【청구항 9】

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 연마 단계는 페루프 제어 방법에 의해 처리되는 것을 특징으로 하는 연마 제어 방법.

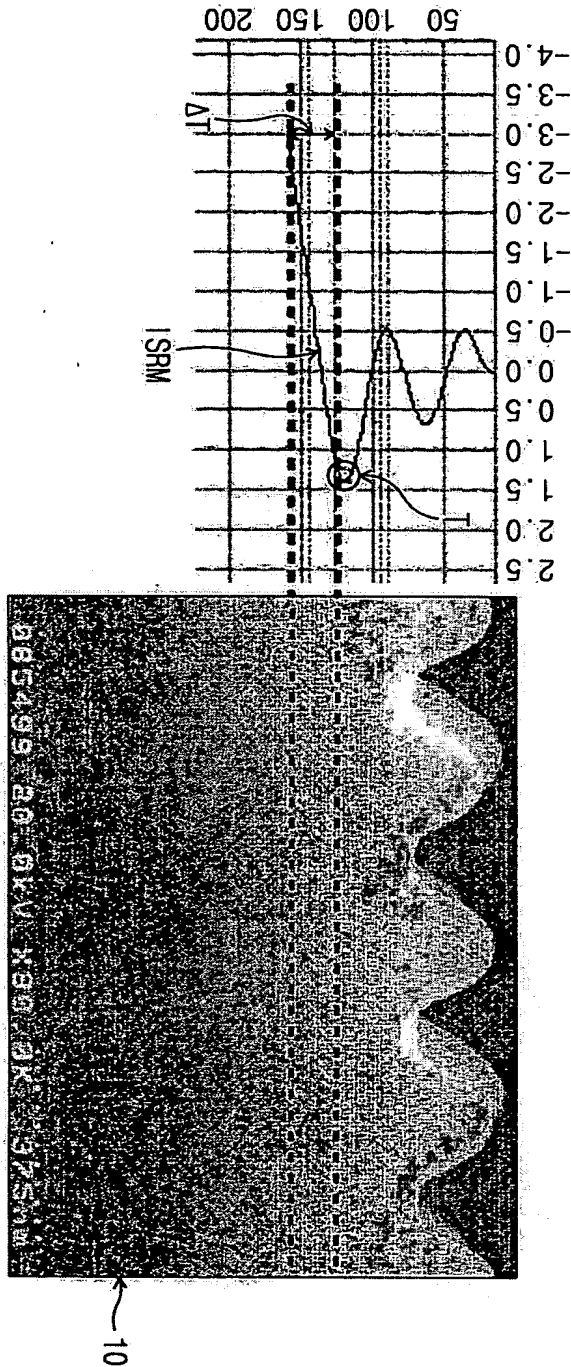
【청구항 10】

제 7 항에 있어서,

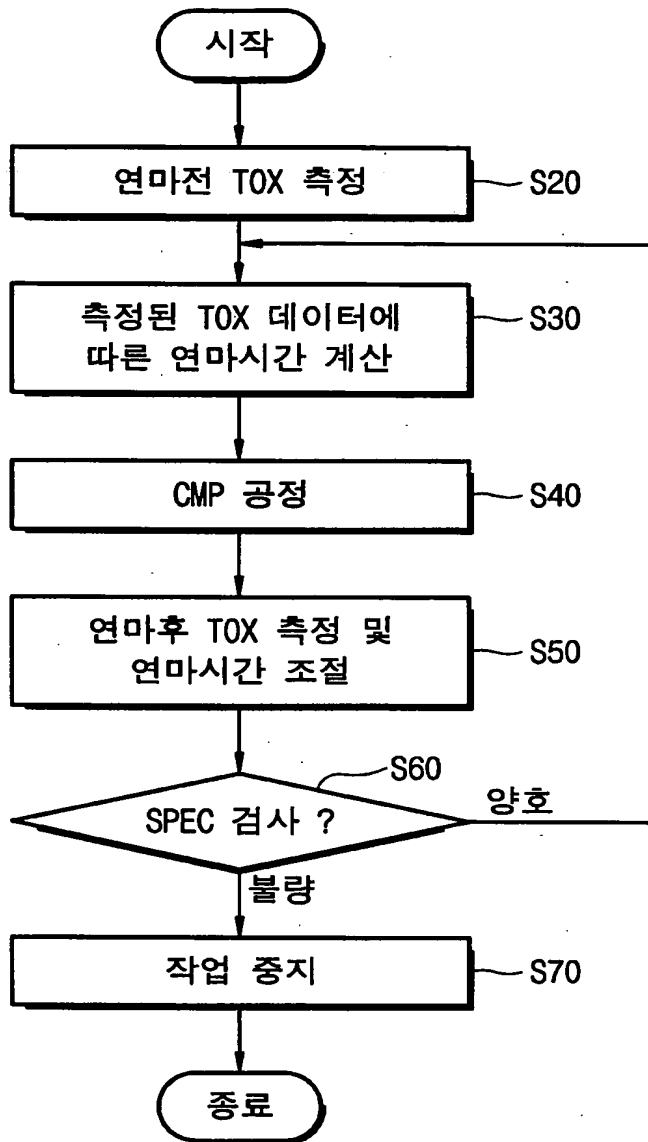
상기 연마 제어 방법은 웨이퍼의 날장 단위 또는 로트 단위로 처리되는 것을 특징으로 하는 연마 제어 방법.

【도면】

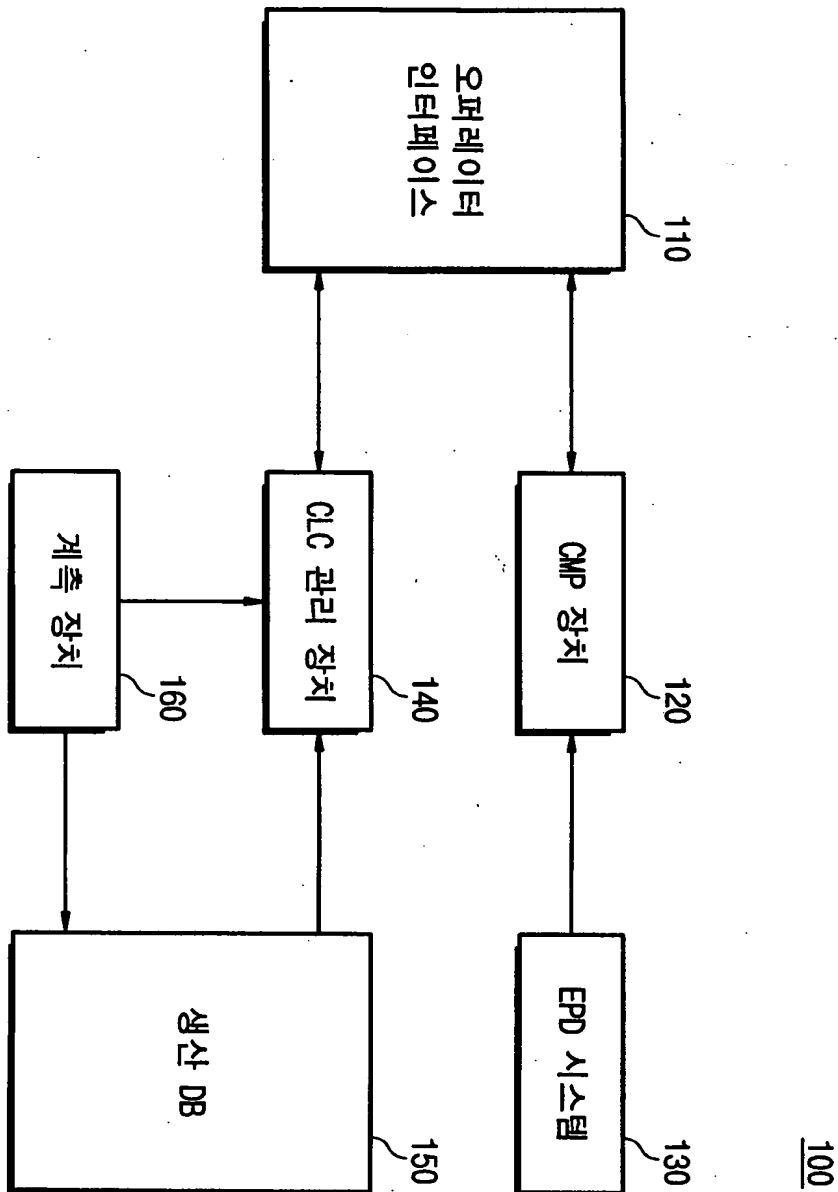
【도 1】



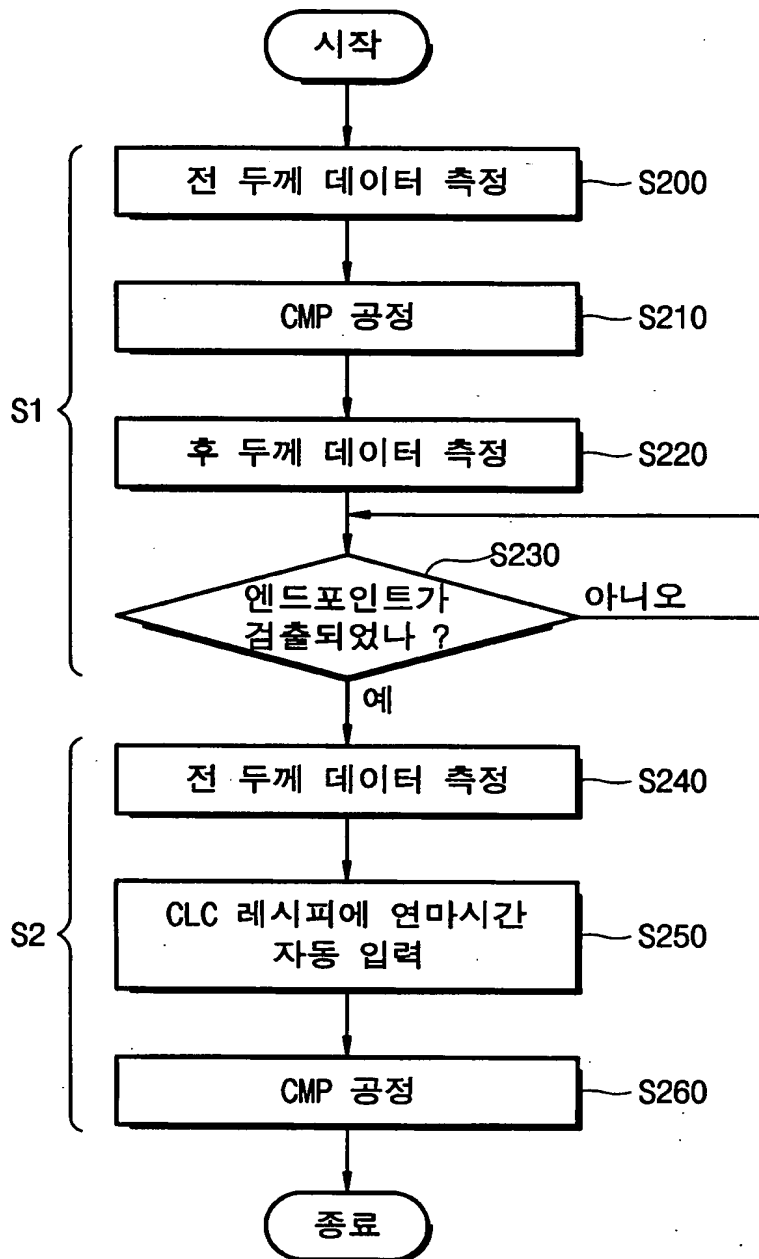
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

Figure 5 shows two side-by-side control panels, labeled 310 and 320, which are part of a larger system 300. Both panels share identical internal settings for various parameters:

- Step 2 (310) / Step 3 (320):** Main Polish Step.
- Angular Velocity:** 1000 rpm.
- Accel / Decel:** 1000 rpm/s.
- Pressure:** 1000 psi.
- Rel. Ring:** 1000 psi.
- Membrane:** 1000 psi.
- High Pressure Rinse:** Checked.
- Delv. 1:** Slurry, 1000 ml/min.
- Delv. 2:** No Slurry.
- Internal Tube:** Pressure, 1000 psi.
- Rel. Ring:** Pressure, 1000 psi.
- Membrane:** Pressure, 1000 psi.
- Sweep:** 5.0 sweeps/min, From 5.05 in to 5.53 in, 5 total zones.
- Use:** Previous Sweep.
- Configure Sweep:** Button.

The primary difference between the two panels is the control mode at the bottom:

- Panel 310 (Left):** Control mode is 'By Endpoint' with a 'Max Time' of 60.0 s.
- Panel 320 (Right):** Control mode is 'By Time/EP' with a 'Max Time' of 20.0 s.